

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-271681

(43)Date of publication of application : 30.09.2004

(51)Int.Cl.

G02B 6/30
G02F 1/03
G02F 1/035

(21)Application number : 2003-059728

(71)Applicant : SUMITOMO OSAKA CEMENT CO
LTD

(22)Date of filing : 06.03.2003

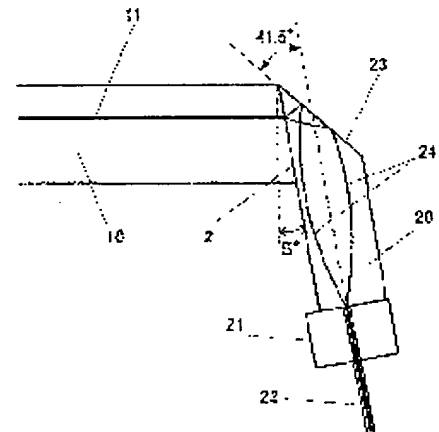
(72)Inventor : HARA NORITAKA
OGURI HITOSHI

(54) OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical waveguide element which enables a device including the optical waveguide element to be made small-sized as a whole by connecting an optical fiber for incidence and projection to the optical waveguide element in nearly 90° position relation.

SOLUTION: The optical waveguide element having a substrate 10 with electrooptic effect and an optical waveguide 11 formed on the substrate has a GRIN lens 20 for optically coupling the optical waveguide 11 and an optical fiber 22, and a flank of the GRIN lens is arranged opposite to a flank 2 of the substrate where an end of the optical waveguide is positioned and an end surface of the GRIN lens is arranged opposite to the optical fiber.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-271681

(P2004-271681A)

(43) 公開日 平成16年9月30日(2004.9.30)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 6/30	GO2B 6/30	2H037
GO2F 1/03	GO2F 1/03 505	2H079
GO2F 1/035	GO2F 1/035	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-59728 (P2003-59728)	(71) 出願人	000183266
(22) 出願日	平成15年3月6日 (2003.3.6)		住友大阪セメント株式会社
			東京都千代田区六番町 6番地 2 8
		(74) 代理人	100098383
			弁理士 杉村 純子
		(74) 代理人	100116687
			弁理士 田村 爾
		(72) 発明者	原 徳隆
			東京都千代田区六番町 6番地 2 8 住友大
			阪セメント株式会社内
		(72) 発明者	小栗 均
			東京都千代田区六番町 6番地 2 8 住友大
			阪セメント株式会社内
		Fターム (参考)	2H037 AA01 BA23 CA16 CA37 DA04
			DA05 DA06

最終頁に続く

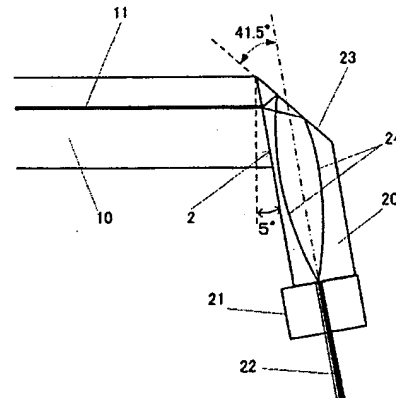
(54) 【発明の名称】 光導波路素子

(57) 【要約】

【課題】光導波路素子に対して入出射用の光ファイバを略90°の位置関係となるように接続し、光導波路素子を含む装置全体の小型化を可能とする光導波路素子を提供すること。

【解決手段】電気光学効果を有する基板10と、該基板上に形成された光導波路11とを有する光導波路素子において、該光導波路11と光ファイバ22とを光学的に結合するためのGRINレンズ20を有し、該GRINレンズの側面を該光導波路の端部が位置する基板の側面2に対向して配置すると共に、該GRINレンズの端面を該光ファイバに対向して配置したことを特徴とする。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気光学効果を有する基板と、該基板上に形成された光導波路とを有する光導波路素子において、
該光導波路と光ファイバとを光学的に結合するための GRIN レンズを有し、
該 GRIN レンズの側面を該光導波路の端部が位置する基板の側面に対向して配置すると共に、該 GRIN レンズの端面を該光ファイバに対向して配置したことを特徴とする光導波路素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光導波路素子において、該 GRIN レンズは、該光導波路に入射又は出射する光を GRIN レンズの光軸方向に反射するための反射面が形成されていることを特徴とする光導波路素子。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の光導波路素子において、該反射面には、反射部材が設けられていることを特徴とする光導波路素子。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光導波路素子において、該 GRIN レンズの側面は、鏡面研磨されていることを特徴とする光導波路素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光導波路素子において、該光導波路の端部が位置する基板の側面は、該光導波路の光軸に垂直な面に対して傾斜して形成されていることを特徴とする光導波路素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気光学効果を有する基板上に光導波路を形成した光導波路素子に関し、特に、電気光学効果を有する基板と光ファイバとの接続構造に特徴を有する光導波路素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年の高速、大容量の情報通信に係る需要の高まり対応して、光通信の高密度波長多重 (DWDM) 化が進展している。このため、光変調器などの光導波路素子を多数組み合わせる必要がある。特に、これら光導波路素子本体や該本体に光ファイバを接続した状態を小型化することにより、装置全体の肥大化を防止し、全体をコンパクトにすることが求められている。

【0003】

従来の光変調器モジュール (光変調器本体及びこれに付随する部品を金属ケース内に収容し、取り扱い易く構成したもの) は、光変調器を構成する光導波路素子内の光導波路と、これに接続される入出射用の光ファイバが略一直線上にある。このため、光変調器モジュールを装置ボックス内に収納させる場合には、図 1 のように、光変調器モジュール 1 のケースの長さ L に該ケースから伸びる光ファイバ 3 の最小曲げ長 (図 1 の R 分) を加算した空間長 (厳密には、ケースから伸びる光ファイバを保持するための保持部材 4、5 の長さ l_1 、 l_2 も加算した空間長) を必要とする。

【0004】

このため、光変調器モジュールの収納スペースを削減するためには、図 2 のように光変調器モジュールから延出している入射用光ファイバと出射用光ファイバの角度を任意に設定し、例えば 90° に曲げ、光ファイバの最小曲げ長 (R 分) のスペースを削減する必要がある。

なお、図 1 及び 2 に示す 6 は、マイクロ波の信号電圧を入力するための端子や光変調器モジュール 1 内に収容された受光素子からの検出信号を出力するための端子などを示してい

る。また、光変調器と光ファイバの接続に係る光損失を低下させるため、図1及び2に示すように 2° 程度の傾斜を持たせた接続方法が利用されている。

【0005】

図2に示すように、入出射用の光ファイバを 90° 曲げるためには、(1)光変調器モジュール1のケース内で光ファイバを 90° 曲げる方法(特開平7-294781号公報)や、(2)光導波路素子からの入射光又は出射光をプリズムなどの反射部材を用いて光軸を 90° に曲げる方法(特開2001-242338号公報)などが提案されている。

【0006】

しかしながら、方法(1)に対しては、ケース内部において 90° に曲げられた光ファイバなどの導波路部材を収容するスペースを別途確保することが必要となるため、ケース自体の長さ L' が長くなる。しかも、曲率半径を小さくするためには、高屈折率導波路部材を用いて、導波光の閉じ込めを強くする必要があるが、導波光のモードパターンが小さくなり、外部の光ファイバに該導波路を結合した際に導波光の接合損失が大きくなる。

また、方法(2)に対しては、反射部材の収容スペースを確保するため方法(1)と同様にケース自体の長さ L' が長くなる上、光学部品の数も増し、光学的な位置調整など製造工程も煩雑化し、製造が難しくなる。しかも、光学部品間の物理的距離も大きくなるため温度特性が劣化するという欠点を有している。

【0007】

さらに、本件出願人による特願2002-285721号(出願日:平成14年9月30日)においては、図3に示すような光導波路素子の基板側面に反射手段12を形成する方法が記載されている。

図3において、10は電気光学効果を有する基板、11は該基板上に形成された光導波路、13は光ファイバを示す。該光導波路を出射した光は、基板内を14のように伝播し、光ファイバ13に入射するよう構成されている。

【0008】

図3のような、基板側面を利用した伝播光の折り返し構造は、光導波路素子を含む装置全体の小型化を可能とするなどの多くの利点を有する反面、光の伝播特性は、反射手段が形成された基板側面の加工精度に大きく依存するという問題を有している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、上述した問題を解決し、光導波路素子に対して入出射用の光ファイバを略 90° の位置関係となるように接続し、光導波路素子を含む装置全体の小型化を可能とする光導波路素子を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、請求項1に係る発明では、電気光学効果を有する基板と、該基板上に形成された光導波路とを有する光導波路素子において、該光導波路と光ファイバとを光学的に結合するためのGRINレンズを有し、該GRINレンズの側面を該光導波路の端部が位置する基板の側面に対向して配置すると共に、該GRINレンズの端面を該光ファイバに対向して配置したことを特徴とする。

【0011】

請求項1に係る発明により、光導波路素子の光導波路から出射又は入射する光を略 90° に折り曲げる際に、屈折率などの光学的特性が光ファイバと近い性質を有するGRINレンズを用いているため、光ファイバとの接続において、導波光の損失を抑制することが可能となる。

また、GRINレンズを用いているため、光導波路素子の基板や光ファイバと密着させることも可能であり、温度特性の改善も達成することが可能となる。

【0012】

また、請求項2に係る発明では、請求項1に記載の光導波路素子において、該GRINレンズは、該光導波路に入射又は出射する光をGRINレンズの光軸方向に反射するための

反射面が形成されていることを特徴とする。

【0013】

請求項2に係る発明により、GRINレンズに設けた反射面により導波光を反射させ、かつGRINレンズによる集束機能を利用して、光導波路素子の導波路や光ファイバに導波光を入射させることが可能となるため、導波光の伝播損失を抑制できる。

しかも、該反射面を鏡面状とし、導波光を全反射させることで、導波光の伝播損失をより低減させることも可能である。

【0014】

また、請求項3に係る発明では、請求項2に記載の光導波路素子において、該反射面には、反射部材が設けられていることを特徴とする。

10

【0015】

請求項3に係る発明により、反射膜などの反射部材を設けることにより、導波光の反射効率を高めることが可能となる。また、GRINレンズの光軸に対する反射面の角度を設定する際の自由度が増加するため、多様な装置設計が可能となる。

【0016】

また、請求項4に係る発明では、請求項1乃至3のいずれかに記載の光導波路素子において、該GRINレンズの側面は、鏡面研磨されていることを特徴とする。

【0017】

請求項4に係る発明により、GRINレンズの側面が鏡面研磨されているため、基板側面の光導波路との光学的な結合特性が向上すると共に、該基板側面との密着性も改善される

20

【0018】

また、請求項5に係る発明では、請求項1乃至4のいずれかに記載の光導波路素子において、該光導波路の端部が位置する基板の側面は、該光導波路の光軸に垂直な面に対して傾斜して形成されていることを特徴とする。

【0019】

請求項5に係る発明により、光導波路の端部の基板側面が傾斜しているため、基板とGRINレンズとの接合部において、光導波路の端部から出射する導波光が、該基板側面で反射し、光導波路方向に戻るのを防止することが可能となる。また、この基板側面の傾斜は、基板とGRINレンズとの屈折率の差により、該接合部において導波光が屈折しても、GRINレンズの反射面と連携して、基板の光導波路上及びGRINレンズの光軸上を導波光が常に伝播可能となるため、結果として光損失を抑制する効果がある。

30

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を好適例を用いて詳細に説明する。

なお、以下の実施例では、光導波路素子として光変調器を用いたものを例示するが、本発明は、光変調器に限らず、光電界センサシステム用の電界センサ素子などにも適用することが可能である。また、光変調器モジュール内には、光導波路素子のみでなく、半導体レーザーなどの光源や受光素子など各種の光学部品又は電子部品をモジュール化することも可能である。

40

【0021】

光導波路素子を構成する基板としては、電気光学効果を有する材料、例えば、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3 ; 以下、LNという)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、PLZT (ジルコン酸チタン酸鉛ランタン)、及び石英系の材料から構成され、特に、光導波路デバイスとして構成しやすく、かつ異方性が大いという理由から、 LiNbO_3 結晶、 LiTaO_3 結晶、又は LiNbO_3 及び LiTaO_3 からなる固溶体結晶を用いることが好ましい。本実施例では、ニオブ酸リチウム (LN) を用いた例を中心に説明する。

【0022】

光導波路素子を製造する方法としては、LN基板上にTiを熱拡散させて光導波路を形成

50

し、次に、光導波路中の光の伝搬損失を低減させるために、LN基板上に誘電体 SiO_2 等のバッファ層を設け、さらにその上に $\text{Ti} \cdot \text{Au}$ の電極パターンの形成及び金メッキ方法などにより数十 μm の高さの変調電極及び接地電極を構成する。電極の形成方法としては、上記のようにバッファ層を介して間接的に電極を形成する方法や、基板の一部又は全体に渡りバッファ層を設けずに、LN基板上に電極を直接形成する方法がある。一般に、一枚のLNウェハに複数の光導波路素子を作り込み、最後に個々の光導波路素子のチップに切り離すことにより、光導波路素子チップが製造される。

【0023】

光導波路素子チップは、通常、モジュール化されて利用され、具体的には、光導波路素子チップを金属ケース内に収容すると共に、光導波路素子チップ本体から金属ケースの外部へは、光波の入出力のための光ファイバー及び信号電極等への通電用の導線が、各々導出されている。

【0024】

図4は、本発明の特徴である光導波路素子チップ10とGRINレンズ20、及び光ファイバ22との接続関係を示す図である。

チップ10の表面には、光導波路11が形成され、チップ基板の側面にはGRINレンズ20が配置されている。また、GRINレンズの端面には、光ファイバ22がキャピラリ21を用いて接続されている。

GRINレンズとは、グレーテッドインデックスレンズの略称であり、当該技術分野において一般的に用いられている名称である。

GRINレンズは、光ファイバと同様な光学的特性（屈折率、屈折率分布など）を有するため、両者を結合する際の光損失を、例えば、0.2dB程度まで抑制することが可能である。

【0025】

GRINレンズ20の製造方法を、図5に示す。

図5(a)は加工前のGRINレンズを示し、図5(b)は加工後のものを示す。また、各図の右側はGRINレンズの端面形状、左側はGRINレンズの側断面図である。さらに、図5(a)の実線26は、GRINレンズの光軸方向（一点鎖線）に進む光波の進路を示している。

本発明に係るGRINレンズの製造方法は、図5(a)に示す円柱状のGRINレンズ25を、その側面及び端面を鏡面研磨することにより作製する。

図5(b)は研磨後のGRINレンズであり、25は、GRINレンズの光軸に対して平行に研磨することにより形成した側面であり、23は、該側面から入射又は出射する光をGRINレンズの光軸方向（一点鎖線）方向に折り曲げるための反射面である。折り曲げられた光波の進路を実線24に示す。

【0026】

GRINレンズの反射面23、側面25の形成位置は、GRINレンズ内を通過する光波の焦点27及び28が、図5(b)に示すようにGRINレンズの端面及び側面に位置するように設定する。

ただし、GRINレンズ20と光ファイバ22とは、通常20 μm 程度離間してキャピラリ21を介して接合されているため、予め光ファイバや光導波路素子チップとの接続を考慮して、上述の光波の焦点27と28とが、光ファイバの端面と及び光導波路素子チップの光導波路端部とに、各々位置するよう設定することも可能である。

【0027】

反射面23の角度は、基本的には任意であるが、可能な限り端面の焦点27における光波のモードパターンと、側面上の焦点28でのモードパターンとを同形にするように、略45°とすることが望ましい。

さらに、反射面23による光波の反射は、全反射となるように反射面の角度を設定することも望ましい。

また、反射面の反射効率を向上させるために、多層反射膜や金属膜を反射面23上に形成

することも可能である。

【0028】

図4に示すように、光導波路素子チップ10の基板側面2は、光導波路11に垂直な面から角度5°だけ傾斜するように形成されている。傾斜角度は、この値に限られないが、基板上の光導波路11を導波する光波が、基板側面において反射し、該光導波路11中を逆行することがなく、また、光導波路11の屈折率とGRINレンズの屈折率との差により、導波光が両者の接合面で曲がる場合であっても、GRINレンズの反射面と連携して、基板の光導波路上及びGRINレンズの光軸上を、導波光が常に伝播することを可能とするよう設定されている。

例えば、光導波路の屈折率が2.2、GRINレンズの側面近傍の屈折率が1.6の場合には、上記傾斜角度が5°の場合、GRINレンズの反射面23のレンズ光軸に対する角度は略41°に設定される。

【0029】

光導波路素子チップ10とGRINレンズ20との接合には、紫外線硬化型接着剤などの光透過性の高い接着剤を用いて、密着接合することが望ましい。

さらに、GRINレンズ20と光ファイバ22との結合においては、光ファイバを接合補強部材であるキャピラリに挿入し、該キャピラリと光ファイバとの端面又はGRINレンズの端面に接着剤を塗布し、光ファイバとGRINレンズとを位置決めした後に、紫外線を照射して硬化・接合する。

なお、上述の接合に際しては、例えば、光導波路素子チップ側又は光ファイバ側から参照光を入射し、光導波路とGRINレンズそして光ファイバを通過して他方の端面から出射する該参照光を、別途設けた受光素子で検出することにより、該検出光量が最大値となる位置で、これらの光学部品の位置決めを行う。

【0030】

光導波路素子チップ10とGRINレンズ20との固定角度は、図4に示すように、該素子チップの表面に対してGRINレンズ20の光軸が並行となるように固定するものに限らず、例えば、該表面とGRINレンズの光軸が垂直となる場合など、任意の角度で両者を固定することが可能である。

これにより、光導波路素子と光ファイバの位置関係に関し自由度が増加するため、光導波路素子を含む装置設計が行い易くなる。

【0031】

本発明に係る光導波路素子において光損失を概算すると、GRINレンズと光ファイバの結合損失が、0.2dB程度、光導波路と光ファイバのモードパターンの差異による結合損失が、1.1dB程度、光導波路とGRINレンズとの境界で生じるフレネル反射損失が、0.2dB程度であり、全体でも光損失が1.5dB位となる。

なお、本発明は上記説明に限らず、光導波路素子に関し当該技術分野において周知の技術を付加することも可能であることは、言うまでもない。

【0032】

【発明の効果】

以上、説明したように、本発明の光導波路素子により、光導波路素子に対して入出射用の光ファイバを略90°の位置関係となるように接続可能となり、光導波路素子を含む装置全体を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光変調器モジュールの構造を示す図

【図2】本発明の光変調器モジュールの構造を示す図

【図3】従来の光導波路素子チップと光ファイバとの接続を示す図

【図4】本発明の光導波路素子チップと光ファイバとの接続を示す斜視図

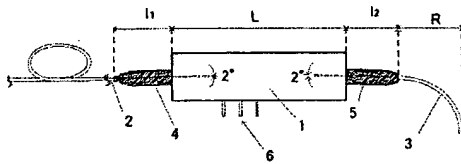
【図5】GRINレンズの加工方法を説明する図

【符号の説明】

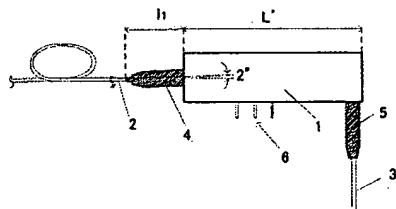
1 光変調器モジュール

- 2, 3, 13 光ファイバ
 10 光導波路素子チップ
 20, 25 GRINレンズ
 21 キャピラリ
 22 光ファイバ
 23 反射面
 25 側面

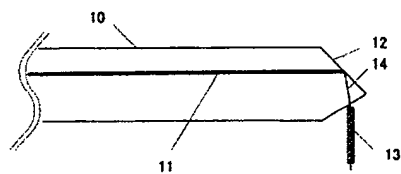
【図 1】



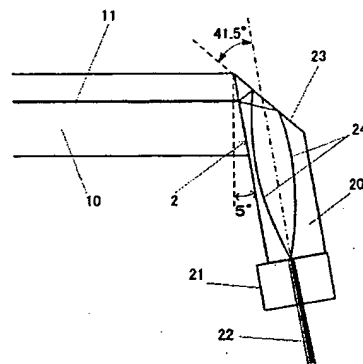
【図 2】



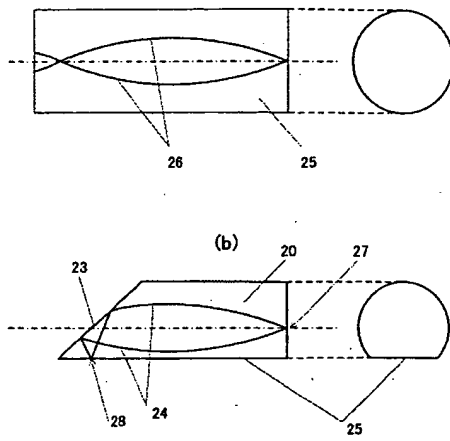
【図 3】



【図 4】



(a)



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H079 AA02 AA12 CA05 DA02 EA03 EA32 KA03